

NOISE REDUCTION DEVICE OF ENCLOSED ENGINE

Patent Number: JP10039878

Publication date: 1998-02-13

Inventor(s): NISHIKAWA KOZO; ITOU HIROAKI

Applicant(s): KUBOTA CORP

Requested Patent: JP10039878

Application: JP19960194430 19960724

Priority Number(s):

IPC Classification: G10K11/178 ; F01N1/00 ; F02B77/13 ; F16M1/00 ; G10K11/16

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the noise of an engine by burying at least one of a reference noise microphone, a residual noise microphone and a canceling sound generating means in the muffling material which is pasted and constituting at least one of the bending sections of the exhaust side duct by a curved surface wall.

SOLUTION: When noise reduction is conducted by an active noise control(ANC) for the engine generator enclosed by a sound proof case, an exhaust side duct 33 is provided, a muffling material 10 is pasted on the inner wall surface of the duct 33 and a reference noise microphone 37 is buried in the material 10. Moreover, curved surface walls 20, 29 and 31 are provided to constitute the bending sections of the duct 33 to make the flow of cooling air smooth. By constituting the duct as indicated above, the flow of cooling air in the duct 33 is made uniform, the generation of vortexes and turbulences is prevented and the noise reduction performance is enhanced.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

特開平10-39878

(43)公開日 平成10年(1998)2月13日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 10 K 11/178			G 10 K 11/16	H
F 01 N 1/00			F 01 N 1/00	A
F 02 B 77/13			F 02 B 77/13	M
F 16 M 1/00			F 16 M 1/00	C G

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全11頁) 最終頁に続ぐ

(21)出願番号 特願平8-194430

(22)出願日 平成8年(1996)7月24日

(71)出願人 000001052

株式会社クボタ

大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号

(72)発明者 西川 幸三

大阪府堺市石津北町64 株式会社クボタ堺
製造所内

(72)発明者 伊藤 浩晴

大阪府堺市石津北町64 株式会社クボタ堺
製造所内

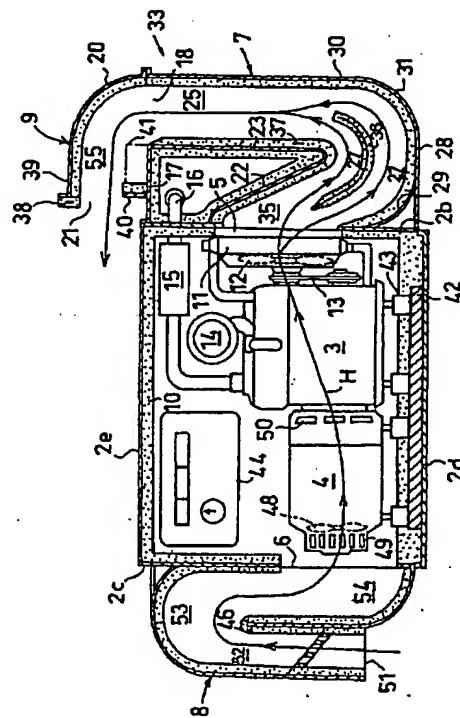
(74)代理人 弁理士 北谷 寿一

(54)【発明の名称】包囲型エンジンの騒音低減装置

(57)【要約】

【課題】 簡単な構成で包囲型エンジンの騒音を低減する。

【解決手段】 防音ケース2によって囲まれたエンジン発電機にアクティブノイズコントロール(ANC)による騒音低減を行う場合において、排気側ダクト33を設け、その排気側ダクト33内壁面に消音材10を張り付けるとともに、参照騒音マイク37を消音材10中に埋め込んでいる。また、冷却風の流れが滑らかになるよう排気側ダクト33の折曲部を曲面壁20, 29, 31に構成している。このように構成することにより、排気側ダクト33内の冷却風の流れを均一化して、渦流、乱流の発生を防止して、騒音低減性能を高めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 包囲体(2)内にエンジン(3)を収容し、包囲体(2)の所定箇所に少なくとも吸気口(6)と排気口(5)を設け、包囲体(2)内の空気を換気するファン(12)を設け、吸気口(6)から外気を取り入れて排気口(5)から排気する包囲型エンジンの騒音を低減するために少なくとも排気口(5)に連通する排気側ダクト(33)が包囲体(2)周囲に形成され、排気口(5)に近い騒音を検出する参照騒音検出マイク(37)と、排気側ダクト(33)のダクト出口(21)に近い騒音を検出する残留騒音検出マイク(38)と、排気側ダクト(33)内に配設された相殺音発生手段(41)と、参照騒音信号および残留騒音信号に基づいてダクト出口(21)における騒音を打ち消す相殺音を発生させるように相殺音発生手段(41)を駆動するANC制御手段(65)とを備え、排気側ダクト(33)の内壁面には消音材(10)が張り付けられるとともに、参照騒音マイク(37)、残留騒音マイク(38)、相殺音発生手段(41)の少なくとも一つが張り付けられた消音材(10)中に埋め込まれ、排気側ダクト(33)の折曲部の少なくとも一つを曲面壁(29, 31, 20)で構成したことを特徴とする包囲型エンジンの騒音低減装置。

【請求項2】 排気側ダクト(33)は、排気口(5)を上側から覆うように設けられた傾斜板(22)と、排気側ダクト(33)内を略垂直方向に区画する仕切板(23)と、排気口(5)のある包囲体(2)の壁面(2b)に取り付けられ、上壁(17)に開口(18)のある排風ダクトケース(7)と、上壁(17)で排風ダクトケース(7)と区画され開口(18)で連通するとともに略水平方向に延びる水平ダクト(9)とから構成され、排気口(5)から出た冷却風が傾斜板(22)で囲まれた排気導風室(35)、排風ダクトケース(7)の下部で形成される排気屈曲部(27)、仕切板(23)と排風ダクトケース(7)で形成される排気側上昇風路(25)、水平ダクト(9)内の水平風路(55)を経てダクト出口(21)から排出されるように構成され、排気側上昇風路(25)の下部域に参照騒音マイク(37)を固定し、水平ダクト(9)のダクト出口(21)近くに残留騒音マイク(38)を固定し、排風ダクトケース(7)の上壁(17)あるいは水平ダクト(9)の所定位置に相殺音発生手段(41)を設けた請求項1に記載の包囲型エンジンの騒音低減装置。

【請求項3】 エンジン(3)を包囲体(2, 7, 8)によって包囲し、包囲体(2, 7, 8)の所定箇所に少なくとも冷却風入口(51)と冷却風出口(21)を設け、包囲体(2, 7, 8)内の空気を換気するファン(12)を設けた包囲型エンジンにおいて、

包囲体(2)内の騒音を検出する参照騒音検出マイク(37)と、冷却風入口(51)あるいは冷却風出口(21)に近い騒音を検出する残留騒音検出マイク(38)と、ダクト(33)内の所定位置に配設された相殺音発生手段(41)

1)と、参照騒音信号および残留騒音信号に基づいて冷却風入口(51)あるいは冷却風出口(21)における騒音を打ち消す相殺音を発生させるように相殺音発生手段(41)を駆動するANC制御手段(65)とを設け、包囲体(2, 7, 8)の内壁面に消音材(10)を張り付けるとともに、参照騒音マイク(37)、残留騒音マイク(38)、相殺音発生手段(41)の少なくとも一つが張り付けられた消音材(10)内に埋め込まれていることを特徴とする包囲型エンジンの騒音低減装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は防音ケースなどの包囲体によって囲まれたエンジンの騒音を低減する包囲型エンジンの騒音低減装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、エンジン、排気ダクトの騒音を低減する技術として吸音材、制振動材を設けるというパッシブな方法が提案されている。これに対し、近年、騒音に対して同振幅、逆位相の相殺音を放射して、音波の干渉効果により騒音を低減する能動的騒音制御（アクティビノイズコントロール、以下、ANCと称する）が実用化され、各方面で盛んに研究されている（特公表平2-503219号、特開平3-204354号、特開平4-350314号公報など）。

【0003】 例えば、上記ANCの一例として特開平4-350314号に開示されたエンジン排気音低減装置では、エンジン排気管の端部回りにリング状の大径部を設け、その大径部内にスピーカを配設し、エンジン排気管から放出される音とは逆位相の相殺音を発生させて騒音を低減するものである。このANC制御における参照信号、残留信号の検出方法については記載がないが、エンジン爆発音についてはクランク軸の回転信号を基準にしてある程度正確に予測できることから、比較的簡単に騒音低減が可能になると思われる。

【0004】 一方、近年、環境に優しい製品の開発が要望され、エンジン発電機などにおいて、騒音を低減するためにエンジンを防音ケースに収容する形態のものが好まれるようになっている。上記環境問題の高まりを考慮すると、上記ANCを包囲型エンジンに適用して騒音を低減することが考えられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、エンジン発電機などの包囲型エンジンの騒音は図10に示すようにクランクシャフトや冷却ファンシャフト等の回転数に起因する基本周波数およびその高調波、ファンの風切り音、包囲体の振動、マフラーシャーシの透過騒音などで構成され、複雑なスペクトルを有しているので、クランク軸の回転信号のような基準周期信号を基にして、参照信号を生成して相殺音を発生させることが難しい。この場合は、参照騒音マイク、残留騒音マイクの間にスピーカ

カを配設し、参照騒音マイクからの参照騒音信号および、残留騒音マイクからの残留騒音信号に基づいて、所定のANCアリゴリズムにより、残留騒音のエネルギーが最小になるようにスピーカが発する相殺音を逐次的に変えて行く方法を採用することになる。

【0006】このような方法を採用した場合、包囲型エンジンをANCを適用して実用上効果のある騒音低減を行うためには、以下の2つの課題を解決することが必要になる。

(1) 包囲型エンジンは包囲体内部を冷却するために冷却風を起こすことが必須である。包囲体内部を冷却するには、冷却風を強力に送風することが好ましいが、冷却ファンの冷却風を消音用ダクトにそのまま送風すると参照騒音マイク、残留騒音マイク、ラウドスピーカに冷却風が衝突して、マイクが振動することによる雑音を集めたり、乱流が発生することによる不規則な振動音が発生して、両マイク間のコヒーレンスの低下を招き、ANCによる騒音低減性能を向上させることができない問題がある。

(2) 包囲体内部を冷却するために冷却風を強力に送風する場合は、通常の消音用ダクトを適用するだけでは、渦流、乱流が生じてANC制御によって騒音を低減することが難しくなる。特に包囲型エンジンの騒音源は上記のように多数存在するので、ANC技術を適用する場合には消音用のダクト内の冷却風の流れをできるだけ単純かつ均一なものとしないと、安価なマイクロプロセッサを用いて実用上十分な騒音低減性能を確保することが難しくなる。

【0007】

【発明の目的】本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、簡単な安価な構成で実用上十分な騒音低減性能を確保できる包囲型エンジンの騒音低減装置を提供することを目的とする。本発明の他の目的は、比較的強い冷却風を冷却ファンによって生成する包囲型エンジンにおいて、気流に影響を受けず高い騒音低減性能を発揮できる包囲型エンジンの騒音低減装置を提供することがある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の包囲型エンジンの騒音低減装置を、例えば図1、図6を参照して説明すれば、包囲体2内にエンジン3を収容し、包囲体2の所定箇所に少なくとも吸気口6と排気口5を設け、包囲体2内の空気を換気するファン12を設け、吸気口6から外気を取り入れて排気口5から排気する包囲型エンジンの騒音を低減するために少なくとも排気口5に連通する排気側ダクト33が包囲体2周囲に形成され、排気口5に近い騒音を検出する参照騒音検出マイク37と、排気側ダクト33のダクト出口21に近い騒音を検出する残留騒音検出マイク38と、排気側ダクト33内に配設された相殺音発生手段41と、参照騒音信号および残留

騒音信号に基づいてダクト出口21における騒音を打ち消す相殺音を発生さるように相殺音発生手段41を駆動するANC制御手段65とを備え、排気側ダクト33の内壁面には消音材10が張り付けられるとともに、参照騒音マイク37、残留騒音マイク38、相殺音発生手段41の少なくとも一つが張り付けられた消音材10中に埋め込まれ、排気側ダクト33の折曲部の少なくとも一つを曲面壁29、31、20で構成したことを特徴とする。なお、排気側ダクトのどの位置の折曲部を曲面壁で構成するかは、それぞれの排気側ダクトの構成に応じて曲面壁に構成しないと渦流、乱流の発生が起こりやすいところを検出して適宜行う。また、参照騒音マイク、残留騒音マイク、相殺音発生手段の幾つを消音材中に埋め込むかは、排気側ダクトの風路の形状に応じて渦流、乱流の発生が起こりやすいところを検出して行う。

【0009】請求項2の包囲型エンジンの騒音低減装置は、排気側ダクト33は、排気口5を上側から覆うように設けられた傾斜板22と、排気側ダクト33内を略垂直方向に区画する仕切板23と、排気口5のある包囲体2の壁面2bに取り付けられ、上壁17に開口18のある排風ダクトケース7と、上壁17で排風ダクトケース7と区画され開口18で連通するとともに略水平方向に延びる水平ダクト9とから構成され、排気口5から出た冷却風が傾斜板2で囲まれた排気導風室35、排風ダクトケース7の下部で形成される排気屈曲部27、仕切板23と排風ダクトケース7で形成される排気側上昇風路25、水平ダクト9内の水平風路55を経てダクト出口21から排出されるように構成され、排気側上昇風路25の下部域に参照騒音マイク37を固定し、水平ダクト9のダクト出口21近くに残留騒音マイク38を固定し、排風ダクトケース7の上壁17あるいは水平ダクト9の所定位置に相殺音発生手段41を設けたことを特徴とする。

【0010】請求項3の包囲型エンジンの騒音低減装置を、例えば図1、図6を参照して説明すれば、エンジン3を包囲体2、7、8によって包囲し、包囲体2、7、8の所定箇所に少なくとも冷却風入口51と冷却風出口21を設け、包囲体2、7、8内の空気を換気するファン12を設けた包囲型エンジンにおいて、包囲体2内の騒音を検出する参照騒音検出マイク37と、冷却風入口51あるいは冷却風出口21に近い騒音を検出する残留騒音検出マイク38と、ダクト33内の所定位置に配設された相殺音発生手段41と、参照騒音信号および残留騒音信号に基づいて冷却風入口51あるいは冷却風出口21における騒音を打ち消す相殺音を発生さるように相殺音発生手段41を駆動するANC制御手段65とを設け、包囲体2、7、8の内壁面に消音材10を張り付けるとともに、参照騒音マイク37、残留騒音マイク38、相殺音発生手段41の少なくとも一つが張り付けられた消音材10内に埋め込まれていることを特徴とする。

る。

【0011】

【発明の作用】請求項1の包囲型エンジンの騒音低減装置においては、包囲体2内の騒音は参照騒音マイク37により検出され、参照騒音マイク37からの参照騒音信号、および残留騒音検出マイク38からの残留騒音信号に基づいてANC制御手段65のANC制御により、相殺音発生手段41から騒音と逆位相、同振幅の相殺音が発生され、ダクト出口21の騒音を低減する。このANC消音動作において、排気側ダクト33の折曲部の少なくとも一つを曲面壁29、31、20で構成したことにより、冷却風の流れが円滑になりANC制御上において好ましい冷却風の流れとすることができます。また、排気側ダクト33の内壁面には消音材10が張り付けられていることにより、ANCで低減できない高い周波数の騒音を低減することができる。さらに、参照騒音マイク37、残留騒音マイク38、相殺音発生手段41の少なくとも一つが消音材10内に埋め込まれることにより、マイク37、38、相殺音発生手段41に冷却風が衝突することによる渦流、乱流の発生を抑制することができ、両マイク37、38間のコーランスを向上させ、結果としてANC制御による騒音低減性能を高めることができる。

【0012】請求項2の包囲型エンジンの騒音低減装置であれば、排気側ダクト33内に傾斜板22と仕切板23を設けることによって、排気側ダクト33は排気導風室35、排気屈曲部27、排気側上昇風路25を備えることになり、ファン12によって排気側ダクト33内に放出された冷却風は傾斜板22によって排気屈曲部27に導かれ、一旦は冷却風は下降してから排気屈曲部27で上方に曲げられた後、排気側上昇風路25を下から上へ流れ、さらに水平ダクト9において水平方向に方向を変えた後、ダクト出口21から排出されることになる。

【0013】ここで、傾斜板22と仕切板23によって、エンジン騒音、マフラーの透過騒音、ファンの風切り音が混在化して、あたかも1つの音源から出た騒音のようにすることができ、排気側上昇風路25の下部位置においてその混在化した騒音を参照騒音マイク37により検出することができる。つまり、包囲型エンジンにおいて、複数の音源が配置箇所を変えて存在する場合にANC制御を適用することは制御的に難しいが、本発明によれば、包囲型エンジンの騒音、ダクト構成を極めて単純化することができ、ANC制御における騒音低減性能を高めることができる。さらに、一度下方に冷却風を向けることにより、排気側上昇風路25から水平風路55までの長さを消音用ダクトとすることができます、参照騒音マイク37から相殺音発生手段41までの距離を大きくすることができるので、適応デジタルフィルタの演算時間を十分に取ることができ、比較的演算速度の小さいプロセッサ(DSPなど)を使用することができる利点があ

る。また、この排気側ダクト33の構成にすると、参照騒音マイク37と残留騒音マイク38との相関性が高まるという利点がある。

【0014】請求項3の包囲型エンジンの騒音低減装置によれば、参照騒音検出マイク37で包囲体2、7、8内の騒音を検出し、残留騒音検出マイク38が冷却風入口51あるいは冷却風出口21に近い騒音を検出する。そして、ANC制御手段65が参照騒音信号および残留騒音信号に基づいて冷却風入口51あるいは冷却風出口21における騒音を打ち消す相殺音を発生させるように相殺音発生手段41を駆動し、消音空間へ相殺音を発生させる。このようなANC制御において、包囲体2、7、8の内壁面に消音材10を張り付け、参照騒音マイク37、残留騒音マイク38、相殺音発生手段41の少なくとも一つが消音材10内に埋め込まれていることにより、冷却風の流れを滑らかにして渦流、乱流を抑制することができ、ANC制御による騒音低減性能を高めることができる。

【0015】

【発明の効果】上記作用において説明したように、請求項1の発明によれば、消音材を張り付けることにより、騒音が漏れることを抑制することができるとともに、マイク、相殺音発生手段に冷却風が衝突することによる渦流、乱流の発生を抑制することができ、結果としてANC制御による騒音低減性能を高めることができるという特有の効果を奏する。請求項2の発明によれば、包囲型エンジンの騒音、ダクト構成を極めて単純化することができ、ANC制御における騒音低減性能を高めることができるとともに、適応デジタルフィルタの演算時間を十分に取ることができ、比較的演算速度の小さいプロセッサを使用することができ、安価にANC騒音低減装置を構成することができるという特有の効果を奏する。

【0016】請求項3の発明によれば、参照騒音マイク、残留騒音マイク、相殺音発生手段の少なくとも一つが消音材内に埋め込まれているので、冷却風の流れを滑らかにして渦流、乱流を抑制することができ、ANC制御による騒音低減性能を高めることができるという特有の効果を奏する。

【0017】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の第1実施形態を示す図であり、図1は包囲型エンジン発電機の構成を示す概略縦断面図、図2(A)、(B)はそれぞれ包囲型エンジン発電機の外観斜視図、図3(A)は水平ダクトを外した状態の排風ダクトケースの平面図、図3(B)は排風ダクトケースの一部切欠斜視図である。

【0018】この包囲型エンジン発電機は、図1、図2に示すように直方体形状のフレームに6つの防音壁を取り付けることにより構成された防音ケース2の内部に、図1中右側にディーゼルエンジン3を配設するとともに、図1中左側にエンジン発電機4を配設してある。防

音ケース2の右側防音壁2bの略中央位置に排出口5を開口し、左側防音壁2cの下部位置に吸気口6を開口している。また、排出口5を覆うように排風ダクトケース7が設けられ、吸気口6を覆うように吸風ダクトケース8が設けられている。防音ケース2の内壁、吸風ダクトケース8、排風ダクトケース7、後述する水平ダクト9の内壁には一面に主に中波長、高波長域の騒音が外部に漏れることを防止する消音材10が張り付けられている。このような消音材10としてはグラスウール、硬質スponジなどの軽量かつ安価な公知の消音材が単独または組み合わせて使用される。なお、図3(B)においては簡便のため消音材10は略して描いている。

【0019】排出口5に臨む防音ケース2内にはラジエータ11が配設されており、ラジエータ11に近接してラジエータファン12が設けられファンベルト13によりクラシク軸と運動駆動されるように構成されている。ラジエータファン12によって生成された冷却風はラジエータ11を冷却した後、排気口5から排風ダクトケース7内に放出されるようになっている。防音ケース2内のエンジンの上方にはエアクリーナ14とマフラー15が設けられている。マフラー15はエンジン3の排気管の音を消音した後、排気ガス放出管16を介して防音ケース2外に排気ガスを放出する。

【0020】前記したように防音ケース2の右側壁2bには、上壁17に所定大きさの開口18を有する略長方形梳状の排風ダクトケース7が取り付けられ、その開口18を覆うように水平ダクト9が排風ダクトケース上壁17に水平方向に取り付けられている。水平ダクト9は扇状の図2に示すように一対の側壁19と1/4円筒面状の曲面壁20を有するダクトであり、ダクトロ21の方向は、図2(A)に示すように吸風ダクトケース8の方向を向く場合と、図2(B)に示すように吸風ダクトケース8と反対方向を向く場合とを選択できるように構成している。

【0021】また、図1に示すように排風ダクトケース7内には、右側防音壁2bの排出口5を上側から覆うように傾けて配設した傾斜板22と略鉛直方向に延びる仕切板23を設けている。傾斜板22、仕切板23は図3(B)に示すように排風ダクトケース7の両側壁24に隙間なく固定連結して、排風ダクトケース7内を略J状の風路に区画するようにしている。仕切板23の上部は排風ダクトケース7の上壁17と接続され、排風ダクトケース7内に排風上昇風路25を形成している。傾斜板22を排出口5を覆うように取り付けることにより、排気口5から出た冷却風は、一旦、斜め下方に導風された排風口26(図3(B)参照)から排風屈曲部27に導かれた後、排風上昇風路25を下方から上方へ流れることになる。

【0022】図1に示すように右側防音壁2bと排風ダクトケース7の下壁28とを連結する部分は略1/4円

筒状の曲面壁29とされ、排風ダクトケース7の下壁28と右壁30をつなぐ角部も同様の曲面壁31とされ、水平ダクト9も曲面壁20を備えている。さらに、傾斜板22と仕切板23の連結部も曲面状に面取りされている。このように排風ダクトケース7内の風路の接続部を曲面形状にすることは、冷却風の流れを円滑にすることにより、渦流、乱流の発生を防止するとともにANC制御上問題となる不規則な振動を抑制するためである。また、排気側ダクト33である傾斜板22、仕切板23の表面、排風ダクトケース7の内側面、水平ダクト9の内側面は全て吸音材10が張り付けられ、排気側ダクト33から騒音が漏れることを防止するとともに吸音材10の表面を滑らかに加工して渦流、乱流の発生を抑制するようしている。

【0023】さらにこの実施例では、排気口5から吹き出した冷却風が、傾斜板22で囲まれた排気導風室35、排気屈曲部27、排気側上昇風路25の少なくとも一つを含む領域において、冷却風の流れが風路の延在方向と違う方向に流れることを抑制するための整流板36が設けられている。整流板36は図3(B)に示すように表面に消音材(図3(B)においては省略)を張り付けた略錐状の板材から構成され、排気導風室35、排気屈曲部27に流れる冷却風を2つに分流して、排気側上昇風路25の下部域において合流するように構成している。

【0024】また、図1、図3(B)に示すように排気側上昇風路25に面した仕切板23の下側所定位置には張り付けられた消音材10中に参照騒音マイク37が埋め込まれており、消音材10を介して騒音を検出するようになっている。したがって参照騒音マイク37には冷却風は当たらず冷却風が当たることによる振動、騒音の発生を防止することができる。また、残留騒音マイク38は消音材10によって覆われているとともに、水平ダクト9のダクトロ21の上側壁部分39にマイク集音面をダクト内周面に平行かつ内周面と同一面内に向けて配設されており、冷却風がマイク本体が当たらないように取り付けられている。なお、必要に応じて残留騒音マイク38も参照騒音マイク37と同様に水平ダクト9の消音材10中に埋め込んでもよい。

【0025】排風ダクトケース7の上壁17には図1、図3(B)に示すように水平ダクト9のダクトロ21の位置および大きさを規制する四角形状の遮蔽板40が設けられ、遮蔽板40に隠れる状態で排風ダクトケース7の側壁24、24に当接した状態で一対のラウドスピーカ41が対向して設けられている。各ラウドスピーカ41は図3(B)に示すようにスピーカ面41aがダクトロ21中心側に傾斜して設けられ、水平ダクト9内の消音空間内にスピーカ音を供給できるようにしている。

【0026】ラウドスピーカ41の配設位置を排風ダクトケース7の上壁17上にして、ラウドスピーカ41を

傾斜して設けたのは、排気側上昇風路25を上がって来た冷却風がスピーカ端面に衝突して冷却風の乱流を引き起こすことを防止するためである。また、仕切板23の消音材10から遮蔽板40の上部に至る面の凹凸がなくなり、滑らかな曲面となり、その曲面の一部としてスピーカ面41aが配置されるように構成することが好ましいからである。なお、ラウドスピーカ41のスピーカ面41aを消音材10で覆ってもよい。ANC騒音低減装置は、参照騒音マイク37と、ラウドスピーカ41と、残留騒音マイク38と、ANCコントローラ(図示せず)とから構成されている。なお、ANCコントローラの詳細構成については後述する。

【0027】また、図1に示すようにエンジン3と発電機4は防音ケース2の底壁2dに敷設された制振部材42に公知の防振受具43を設け、エンジン3と発電機4の振動を押さえるとともに、その振動が防音ケース2の各壁および排風ダクトケース7に伝わることを抑制するようしている。防音ケース2内の左側上部域にはエンジン発電機4を制御する制御機器44が設けられ制御機器44の後側に燃料タンク(図示せず)が配設されている。

【0028】左側防音壁2cに設けられた吸風ダクトケース8は、下部に曲面壁を備えた導風板46を吸気口6を下側から覆うように取り付け、その導風板46を下側が開口した略長方形椀状椀状の吸風ダクトケース8で収容するように覆うことにより、略逆U字状の吸気風路を形成するようしている。吸気口6には発電機4内部の吸い込みファン48が近くに位置するように配設され、発電機4の吸い込み口49から吸い込んだ冷却風をエンジン配設側に設けられた吹き出し口50より排出することにより発電機4内部を冷却するようしている。

【0029】上記構成のエンジン発電機の騒音低減装置の作用について説明する。エンジン発電機4のエンジン3が運転され、発電が開始されると、エンジン3のクラク軸に連動するラジエータファン12が駆動する。ラジエータファン12の駆動により防音ケース2内が負圧となり、吸風ダクトケース8のダクト入口51から吸入された外気は、吸風ダクトケース8内の吸気側上昇風路52、吸気折曲部53、吸気導風室54を経て、吸気口6から防音ケース2内に導かれる。防音ケース2を流れた冷却風は、発電機4およびエンジン3を冷却した後、排気口5から排風ダクトケース7内の排気導風室35に放出され、整流板36で2つの冷却風の流れになった後、排気屈曲部27を経て、排気側上昇風路25下部で合流して上方へ流れ、開口18、水平ダクト9の水平風路55を経てダクト出口21から排風される(図中矢印H参照)。

【0030】エンジン3の運転が始まると、ANCコントローラは参照騒音マイク37により、排気側上昇風路25下部の参照騒音を吸音材10を介して検出し、その

参照騒音信号とダクト出口21に配設された残留騒音マイク38の残留騒音信号に基づいて、ダクト出口21の騒音が最小になるように、ラウドスピーカ41を駆動して相殺音を発生させる。この一連のANC制御において、ANC制御による消音作用を行うダクトを流れる冷却風は、ダクト内において速度が均一であり渦流、乱流のない層流状態となるのが最も好ましい。しかしながら、この実施例の排気側ダクト33の構成では、ANC制御の演算時間を確保するために参照騒音マイク37とラウドスピーカ41の距離を長くするのが好ましく、また、排気側ダクト33を長くすることによりダクト出口21から出る騒音レベルを低減できるため、ダクト内の風路は排気屈曲部27において大きく蛇行した構成となっている。

【0031】このように蛇行したダクト構成で、例えば右側防音壁2bと排風ダクトケース7の下壁28との接続部が角部34であると、図4(A)に示すように換気ファンであるラジエータファン12によって強く吹き出された冷却風の大部分は傾斜板22によって白抜き矢印56の方向に制御され図4(A)に示すように排気側上昇風路25の右側の曲面壁31に衝突して左右に分流する流れ57を生じさせて、排風ダクトケース7の角部34域において渦流45を発生させ、参照騒音マイク37が不規則な雑音を集音する原因になる。また、傾斜板22によって反射された冷却風の一部も矢印方向の流れ58となるので、角部34域において不規則な乱流、渦流を発生させる原因となる。

【0032】これに対し、図4(B)に示すように前記角部34域に曲面壁29を設け、整流板36を設けた構成では排気導風室35内で冷却風が2つの白抜き矢印59で示されるように2つの冷却風に分流され、内側の冷却流れは内側風路60に沿って流れるとともに、外側の冷却流れは外側風路61に沿って流れることになり、冷却風の流れる方向が排風ダクトケース7内の風路の形状に対応して流れることになる。また、傾斜板22で反射した流れも整流板36で規制されるので、図4(A)に示すように風路を横切るような大きな流れ58とはなりにくい。さらに、曲面壁29を設けることにより、乱流の発生しやすい角部34は存在せず、外側風路61の冷却風の流れも極めてスムーズになる。したがって参照騒音マイク37で検出される参照騒音信号も渦流とともに不規則な騒音の影響を少なくすことができる。なお、曲面壁は図1の断面図に示されている排風ダクトケース7および水平ダクト9の角部(折曲部)だけではなく、図1の紙面に直交する方向の断面図で現れる角部にも曲面壁を設けることが好ましい。つまり、排気側ダクト内の風路断面をダクト出口21まで、上下方向および幅方向(図3におけるU, D方向、R, L方向対称)に対称な曲面形の断面形状(例えば、円形、橢円、あるいは角丸め四角形)に近づけるのが好ましいのである。

【0033】また、整流板36の作用については、図5に示すような本実施例の排気屈曲部27の曲がりよりも小さい90°曲がった形のダクトで考えると、図5(B)に示す整流板36を設けた構成であると、整流板36で分割された内側風路60、外側風路61毎に風速分布71、72が対称形になることにより、ダクト全体としては内側壁周辺と外側壁周辺との風速分布がほぼ均一化されるのに対して、図5(A)に示すように整流板を設けない構成であると、ダクトの入口寄り位置62で対称形であった風速分布73が、屈曲部位置63においてはダクト外側壁周辺の風速が大きくなつた風速分布74となり、出口寄り位置64においては内側壁周辺域の風速と出口側の風速との差がさらに大きくなつた風速分布75となつてしまつたため、渦流などが生じやすく、ダクト内の騒音、振動が大きくなり、結果として参照騒音マイクと残留騒音マイクとのコヒーレンス(相関性)が低下することになる。このように、整流板36を設けることにより、冷却風が強いことによる悪影響を抑制できる利点がある。

【0034】次に本発明に適用できるANCコントローラの構成の一例について説明する。なお、本発明に適用できるANCコントローラの回路構成、ANCアルゴリズムは図6に示す構成に限られるものでない。図6は前記実施形態に使用されるANCコントローラの概略構成を示すブロック図である。図6においてANCコントローラ65は大別すると、加算器117、補償用デジタルフィルタ118、補償用デジタルフィルタ119、適応デジタルフィルタ120、LMS制御部121とから構成されている。参照騒音マイク37から検出された騒音は、図示しないA/D変換器によりデジタル信号に変換された後、加算器117に加えられる。加算器117には補償用デジタルフィルタ118からの出力信号も加えられており、加算器117はこれらの入力信号を加算し、その加算した参照騒音信号X_nを補償用デジタルフィルタ119および適応デジタルフィルタ120に出力する。また、適応デジタルフィルタ120の出力信号Y_nがラウドスピーカ41の駆動信号となる。

【0035】なお、補償用デジタルフィルタ118はラウドスピーカ41と参照騒音マイク37間の電気音響特性を補償するフィルタであり、補償用デジタルフィルタ119はラウドスピーカ41と残留騒音マイク38間の電気音響特性<C>を補償するフィルタである。LMS制御部121は、ラウドスピーカ41から出された相殺音が包囲型エンジンの騒音を低減するように、上記参照入力信号X_nと残留騒音マイクからの残留騒音信号e_nとに基づいて残留騒音信号e_nが最小となるように適応デジタルフィルタ120のフィルタ係数を更新する。残留騒音信号e_nが最小となるように、適応デジタルフィルタ120のフィルタ係数を最適値にする方法としては、例えば、B. Widrowらが提案した「Fi

ltered-x LMSアルゴリズム」が周知である。

【0036】このアルゴリズムでは、例えば下記(1)式により適応デジタルフィルタ120のフィルタ係数を再帰的に更新する。

$$W_{n+1} = W_n + 2\mu e_n \cdot X_n \quad \dots \dots (1)$$

但し、

W_n : 適応デジタルフィルタ係数 (W[0], W[1], ..., W[L-1])

X_n : 参照騒音信号 (X[n], X[n-1], ..., X[n-L])

e_n : 残留騒音信号

n : 離散時間

μ : 収束係数

L : フィルタ次数

である。

【0037】

【第2実施形態】図7はこの発明の第2実施形態を説明するための図であり、排気側ダクトの縦断面図である。この第2実施形態が前記第1実施形態に対して特徴的な点は、第1に傾斜板22の傾斜を直線的なものから円筒面に近いものに変えた点と、第2に傾斜板22の傾斜の変化に対応させて整流板36の形状を排気導風室35を上下に2分するような口先部66を有するものに構成した点と、第3にラウドスピーカ41のスピーカ面41aを消音材10で覆った点である。この実施形態においてもラジエータファン12から吹き出す冷却風を排気導風室35内で2分して、それぞれ内側風路60、外側風路61を流れることになるので、各風路内における渦流、乱流の発生を抑制することができる。

【0038】また、ラウドスピーカ12のスピーカ面41aを消音材10で覆ったことにより、仕切板23から排風ダクトケース7の上壁17に至る排気側上昇風路25と水平風路55の接続が円滑になり、消音空間での気流の流れを少なくすることができる。

【0039】

【第3実施形態】図8(A)～(D)はそれぞれ、この発明の第3実施形態を説明するための図である。図8(A)～(C)は水平ダクト9内のラウドスピーカ41の配置を変更した実施形態であり、図8(D)は水平ダクト9を防音ケース2の上壁2cに達する位置まで延長した実施形態である。図8(A)はスピーカ面41aをダクト出口21側に向けて配設した構成である。図8(B)はラウドスピーカ41を水平ダクト9の扇状側壁19に埋め込み、スピーカ面41aを水平風路55内に向けた構成である。図8(C)はラウドスピーカ41をダクト出口21に対向する水平ダクト9の壁面に埋め込み、スピーカ面41aをダクト出口21に向けて配設した構成である。図8(B) (C)の構成では、ラウドスピーカ41のスピーカ面41aは風路の周壁面に略一致するように設けられているので、排気側上昇風路25を

流れてきた冷却風の流れを乱すことがなくなり、ANCの騒音低減性能を向上させることができる。

【0040】図8 (A)の構成では、スピーカ面41aと反対側の部分が水平風路55の一部を構成し、その部分を消音材10で覆っているので、ラウドスピーカ41自体が水平風路55内に突出することはなく、この場合も良好な消音性能を発揮できる。図8 (D)の構成ではダクト出口21側から、残留騒音マイク38、ラウドスピーカ41、参照騒音マイク37の全てを消音材10中に埋め込んだ構成となっているので、残留騒音マイク38、ラウドスピーカ41、参照騒音マイク37の存在により気流の流れが乱れ、マイク37、38間のコヒーレンスが低下したりすることはない。また、排気側上昇風路25から水平風路55に至る風路を滑らかな曲線状のダクトとすることでき、ダクトを延長することによる騒音低減効果が期待できる。

【0041】

【実施例】ANCアルゴリズムとして上記(1)式に示したLMS法を採用し、16bitA/D変換器、14bitD/A変換器を用い、サンプリング周波数 $f_s = 2.5\text{ kHz}$ 、補正周波数は $f_c = 1.0\text{ kHz}$ で、マイク、スピーカは市販レベルのものを使用し、図1、図2 (A)に示す構成を採用した実機での実験では、内壁に内装される吸音材10とANC制御を組み合わせた本実施形態の構成により、エンジン発電機から1m離れた距離での正面側、裏面側、吸気側、排気側の4つの騒音検出位置での平均騒音レベルを75.0dBに低減できることを確認した。なお、消音材10およびANCの対策がない状態での平均騒音レベルは85dBであった。この75.0dB (A) という平均騒音レベルは、建設省が1983年に制度化した、低騒音型建設機械の騒音値(機械から7m離れた位置の4方向のエネルギー平均)への換算値では63.3dB (A) に相当し、75馬力未満のエンジン発電機では超低騒音型の分類に入る静かなものである。

【0042】図9はダクト出口近くで測定した騒音において、0Hz～1000Hzの周波域においてANC制御を行う前の騒音スペクトル67と、ANC制御を行った後の騒音スペクトル68を比較した図であり、縦軸に騒音レベル(dB)、横軸に周波数(Hz)を取っている。図9から分かるようにエンジン回転数、ファンの羽根数、ファンの回転数によって決定されるファンの風切り音などのピーク音69が良く低減できているとともに、特に0～500Hzまでの騒音低減を達成でき、腹に響くような不快な騒音を低減できていることが分かる。この発明は上記実施形態に限定されるものではなく、この発明の要旨を変更しない範囲内において種々の設計変更を施すことが可能である。以下、そのような実施形態を説明する。

【0043】(1) 前記実施形態では、排気側ダクト3

3にのみANCによって騒音低減を行った実施例を説明したが、例えば、吸気側ダクトにおいてもANCによる騒音対策を行うことも可能である。この場合は、吸風ダクトケース8内の所定箇所に参照騒音マイク37、ラウドスピーカ41、残留騒音マイク38をそれぞれ設置すればよい。但し、吸気口6から外気を取り入れて排気口5から排気する構成では、エンジンやファンの風切り音は風の流れに乗るので、排気口5の方が吸気口6よりも大きい。したがって、排気口5側にのみANCによる騒音低減装置を設け、吸気口6側には吸気側ダクトのみを設ける構成でも、充分な消音効果を達成することができる。

(2) 前記実施形態では、排気側ダクト33の形状を排風ダクトケース7、水平ダクト9の組み合わせで構成したが、排風ダクトケース7と水平ダクト9を一体化した排気側ダクトを構成してもよい。

【0044】(3) 前記実施形態の整流板36は排風ダクトケース7内を上下方向(図3 (B)においてU方向、D方向)に2分する略槽状のものを採用したが、幅方向(図3 (B)においてR方向、L方向)に複数分割するように設けてもよい。包囲型エンジンの内部を換気する換気ファンの冷却風は幅方向においても風量、風速は均一でなく、幅方向においても風速分布は異なっているので、換気ファンの風速分布および排気側ダクトの構成に対応して、排気側ダクト内の渦流、乱流の発生を抑制するような形状の整流板を設ければよい。

(4) なお、ダクト内に渦流、乱流の発生を抑制するために参照騒音マイク、残留騒音マイク、相殺音発生手段の少なくとも一つが消音材中に埋め込むことは、結果的に参照騒音マイクと残留騒音マイクとのコヒーレンスを向上させる効果があるので、前記実施形態で説明した排気側ダクト33の形状に限らず、包囲型エンジンに使用されるANC騒音低減装置の包囲体に適用できることは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は包囲型エンジン発電機の騒音低減装置の構成を示す概略縦断面図である。

【図2】図2 (A) (B) はそれぞれ包囲型エンジン発電機の外観斜視図である。

【図3】図3 (A) は水平ダクトを外した状態の排風ダクトケースの平面図、図3 (B) は排風ダクトケースの一部切欠斜視図である。

【図4】図4 (A) は整流板のない排気側ダクトの構成図、図4 (B) は整流板のある排気側ダクトの構成図である。

【図5】図5 (A) は整流板のないダクトの風速分布の図、図5 (B) は整流板のあるダクトの風速分布の図である。

【図6】本実施形態におけるANCコントローラの一例を示す構成図である。

【図7】本発明の第2実施形態の構成を説明するための排気側ダクトの縦断面図である。

【図8】図8 (A)～(D)はそれぞれ本発明の第3実施形態の構成を説明するための図である。

【図9】図9は騒音対策前の騒音スペクトルと騒音対策後の騒音スペクトルを比較するための図である。

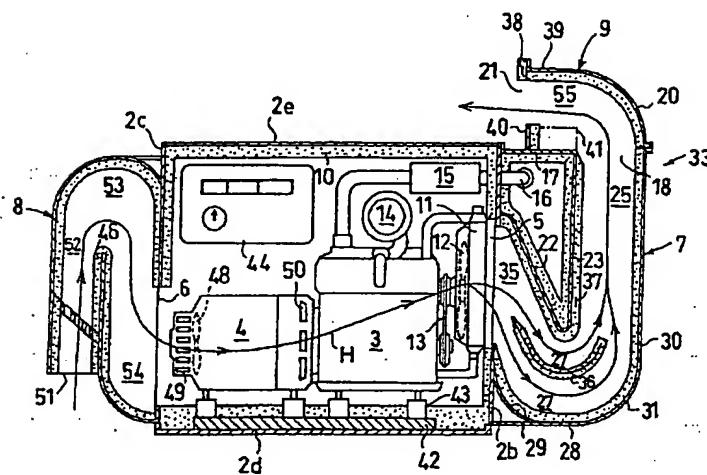
【図10】図10は包囲型エンジンの騒音スペクトル特性の一例を示す図である。

【符号の説明】

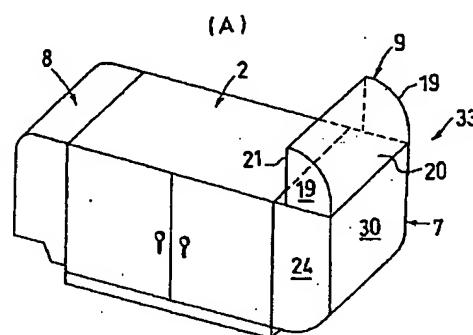
2…防音ケース、2b…右側防音壁、3…ディーゼルエ

ンジン、5…排出口、6…吸気口、7…排風ダクトケース、8…吸風ダクトケース、9…水平ダクト、10…消音材、12…ラジエーターファン、17…上壁、18…開口、21…ダクト出口、22…傾斜板、23…仕切板、25…排気側上昇風路、27…排気屈曲部、29, 31, 20…曲面壁、33…排気側ダクト、35…排気導風室、37…参照騒音マイク、38…残留騒音マイク、41…ラウドスピーカ、51…ダクト入口、55…水平風路、65…ANCコントローラ。

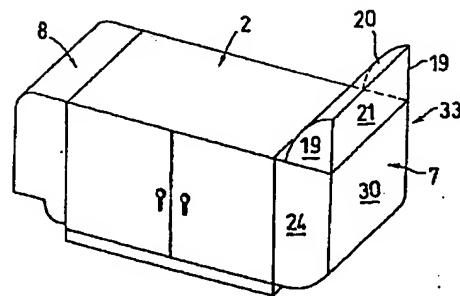
【図1】



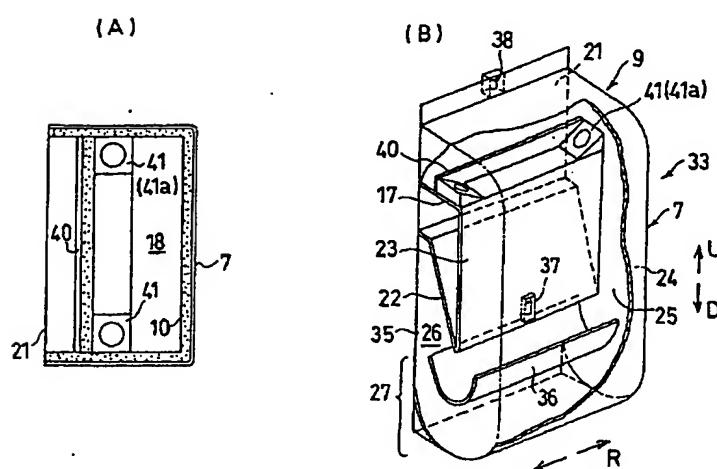
【図2】



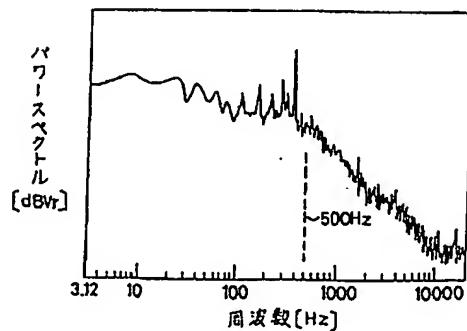
(B)



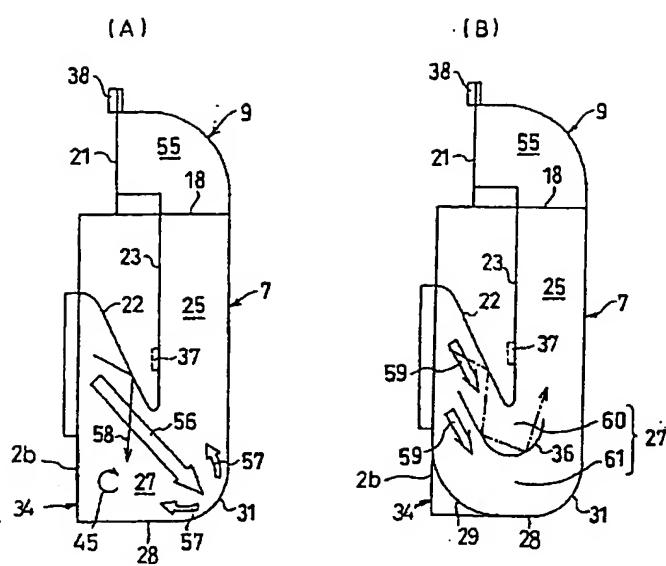
【図3】



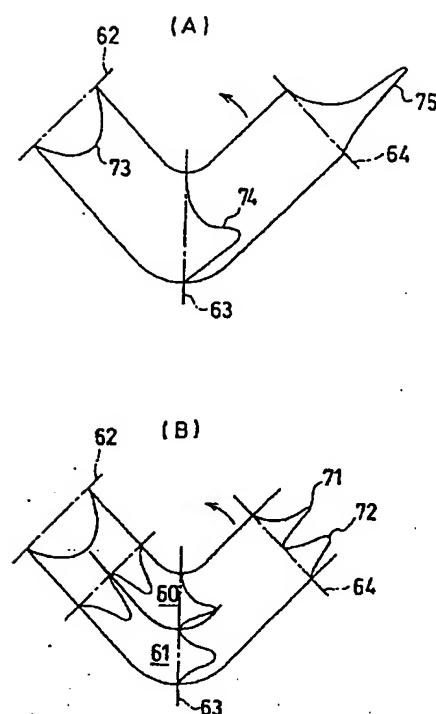
【図10】



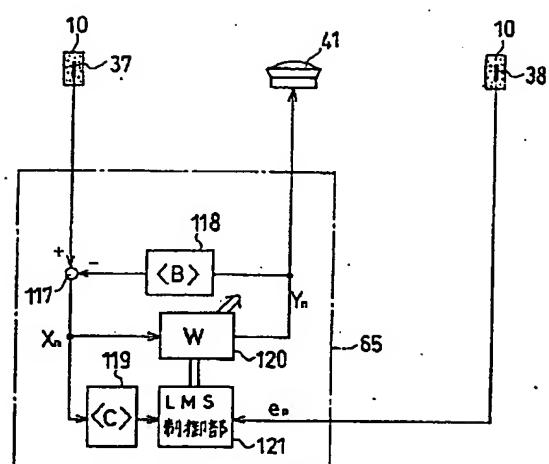
【図4】



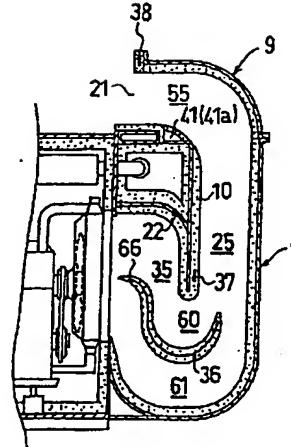
【図5】



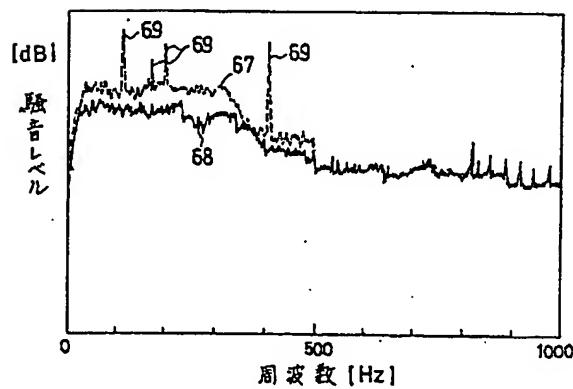
【図6】



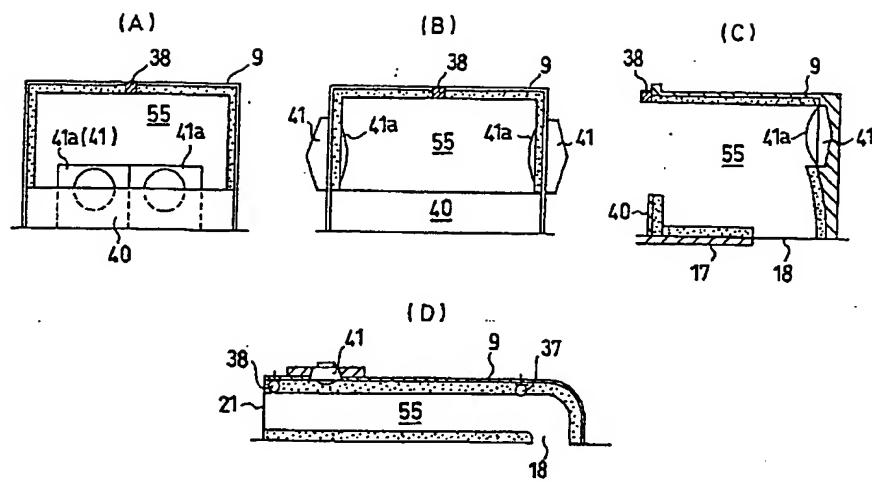
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int.C1.6

G 1 0 K 11/16

識別記号

庁内整理番号

F I

G 1 0 K 11/16

技術表示箇所

B

G